DuPont polymères techniques

Guide pour la transformation par extrusion-soufflage

Innovez avec
les polymères techniques
de DuPont

® Marque déposée de DuPont de Nemours

Guide pour la transformation par extrusion-soufflage

Table des matières

1 Résines de soufflage de DuPont 3
1.1 Intérêt du soufflage des résines techniques 3
1.2 Résines polyamides ZYTEL® 3
1.3 Résines polyesters HYTREL® et CRASTIN® 4

2 Description du procédé de soufflage 7
2.1 Généralités 7
2.2 Extrudeuses en continu 7
2.3 Extrudeuses à chambre d'accumulation 7
2.4 Co-extrusion-soufflage séquentiel en trois dimensions 7
2.5 Injection-soufflage 9

3 Machine de soufflage – Aspects importants 11
3.1 Conception de la vis et du cylindre 11
3.2 Conception des canaux et de l'adaptateur 11
3.3 Conception de la tête avec chambre d'accumulation et de la tête d'extrusion 12
3.4 Usinage de la filière et de la tête 12
3.5 Coupes de la paraison 13
3.6 Force de fermeture du moule 13
3.7 Contrôle de la température 13
3.8 Equipement auxiliaire 13

4 Conditions de service 15
4.1 Aide-mémoire. Récapitulatif des conditions de mise en œuvre 15
4.2 Températures du cylindre 15
4.3 Températures de l'adaptateur, de la tête et de la filière 16
4.4 Pressions et vitesses d'injection de la chambre d'accumulation 16
4.5 Programmation de la paraison 16
4.6 Température du moule 17
4.7 Mise en route 17
4.8 Procédures de purge et d'arrêt 17
4.9 Opérations secondaires 18
4.10 Conditions spéciales : injection-soufflage et procédé Pressblower® (Ossberger) 19

5 Manipulation des résines de soufflage 21
5.1 Effet de l'humidité 21
5.2 Séchage 22
5.3 Rebroyés 22
5.4 Stockage des résines en vrac 23

6 Guide de conception du moule 25
6.1 Généralités 25
6.2 Matériaux de construction 25
6.3 Rapport d'étirage 25
6.4 Tolérances de retrait au moulage et dimensions des pièces 25
6.5 Conception du pincement 25
6.6 Autres considérations relatives au moule 26

7 Guide de dépannage 27

1 Résines de soufflage de DuPont

1.1 Intérêt du soufflage des résines techniques

Les résines techniques s'emploient fréquemment dans les applications de soufflage pour plusieurs raisons:

- Faible coût et réduction de poids.
- Possibilité de recyclage (remplacement du caoutchouc, par exemple).
- Innovation:
  - pièces multifonctionnelles;
  - réduction du nombre de pièces dans le compartiment moteur.
- Températures plus élevées.
- Assemblage et désassemblage plus faciles.
- Réduction du nombre de matériaux.
- Performances accrues.
- Réduction du bruit.
- Disponibilité de grades de résine spéciaux pour le soufflage.

DuPont propose une vaste gamme de types de résines techniques pour le soufflage:

- HYTREL® Elastomère polyester.
- CRASTIN® PBT polyester.
- ZYTEL® Polyamides 6 et 66, et alliages.
- SELAR® RB Résine barrière.

De nouveaux grades étant continuellement mis au point, veuillez contacter votre représentant DuPont pour obtenir les toutes dernières brochures. Un Service Technique complet est disponible pour toutes les résines de DuPont dans les domaines suivants:

- Données de base.
- Conception (CAO).
- Mise en œuvre.
- Essais.

1.2 Résines polyamides ZYTEL®

Les résines ZYTEL® sont des polyamides thermoplastiques qui, par leurs propriétés, se classent parmi les tous premiers plastiques techniques. Elles sont tenaces et résistent aux produits chimiques. De plus, les pièces moulées conservent leurs performances à température élevée. Les résines ZYTEL®, mentionnées ci-après, présentent une excellente résistance à l'état fondu dans la paraison et une bonne étirabilité pour le soufflage. Certains grades sont renforcés de fibres de verre pour accroître la résistance à la traction, la rigidité et la stabilité dimensionnelle. Un alliage souple à base de polyamide est également disponible. Tous les grades de soufflage ZYTEL® sont compatibles entre eux et peuvent s'utiliser dans la co-extrusion séquentielle, par exemple dans les applications de conduits d'air à segments rigides/souples, etc. (voir section 2.4).

Résines de soufflage ZYTEL®

ZYTEL® BM77300THS	PA6 non renforcé.
ZYTEL® BM73G25THS	PA6 renforcé 25% verre.
ZYTEL® BM73G15THS	PA6 renforcé 15% verre.
ZYTEL® BM7300FN	Alliage souple à base de PA6 non renforcé.
ZYTEL® CFE8005HS	PA66 non renforcé.
ZYTEL® EFE7340	PA66 renforcé 15% verre, résistant à l'hydrolyse.
ZYTEL® EFE7341	PA66 renforcé 20% verre, résistant à l'hydrolyse.

1.2.1. Rhéologie des résines ZYTEL®

Les résines de soufflage ZYTEL® sont conçues pour offrir une excellente résistance à l'état fondu dans la paraison durant les opérations d'injection et de moulage. Ceci requiert une viscosité très élevée à de faibles taux de cisaillement, en général de 0 à 10 s^{-1}. Aux taux plus importants qui caractérisent la plastification de la résine dans la vis et le cylindre de la machine, la viscosité diminue, contribuant à minimiser le couple de la vis et la puissance requise pour le moteur.

Les figures 1 (ci-dessous) et 2 (page suivante) montrent les courbes de viscosité apparente et de taux de cisaillement des grades de ZYTEL® mesurées aux températures de fusion appropriées. Toutes les résines ont été séchées pour présenter une teneur en humidité inférieure à 0,05%. Une humidité plus élevée réduit considérablement la viscosité sur toute la plage de taux de cisaillement.

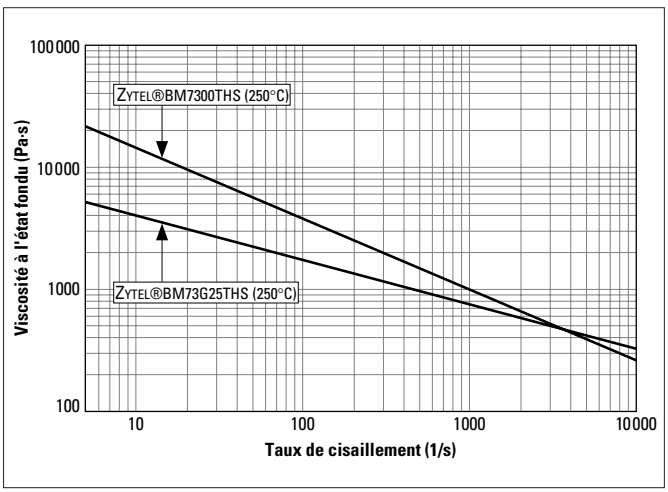


Fig. 1 **Viscosité à l'état fondu de différents grades de polyamide 6 ZYTEL®**

Tableau 1

Type de polyamide	Grade de ZYTEL®	Indice de fluidité type à 21,6 kg g/10 min	Température
PA66 non renforcé	CFE8005 BK	25-35	280°C
PA66 renforcé 15 % verre	EFE7340 BK	30-40	280°C
PA66 renforcé 20 % verre	EFE341 BK	50-60	280°C
PA6 non renforcé	BM7300T BK	20-30	250°C
Alliage souple à base de PA6	BM7300FN BK	40-50	250°C
PA6 renforcé 25 % verre	BM73G25T BK	25-35	250°C

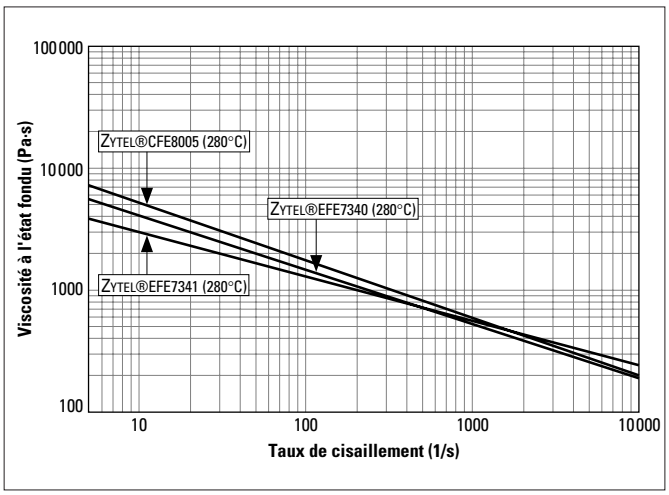


Fig. 2 **Viscosité à l'état fondu de différents grades de polyamide 66 ZYTEL®**

Les indices de fluidité ont été mesurés sur des résines ZYTEL® de soufflage et sont présentés dans le tableau 1. Ces mesures ont été effectuées avec un poids de 21,6 kg à une température proche de la température de mise en œuvre de chaque grade. Les résultats obtenus dans des conditions différentes ne sont pas comparables.

Chaque indice de fluidité ne doit pas être considéré comme une indication fiable de la résistance à l'état fondu des matériaux polyamides (en particulier les grades renforcés verre) en raison des effets de l'humidité et d'autres facteurs. Il est donc conseillé d'utiliser ces valeurs avec précaution.

1.3 Résines polyesters HYTREL® et CRASTIN®

1.3.1. Elastomère polyester HYTREL®

Les élastomères polyesters thermoplastiques (TEEE) HYTREL® sont des polymères souples à hautes performances qui présentent des propriétés exceptionnelles:

- Tenue à haute et basse température.
- Excellente résistance aux huiles et aux hydrocarbures.
- Ténacité et résistance au déchirement.
- Comportement dynamique (fatigue en flexion).
- Réduction du bruit.
- Excellentes propriétés d'étanchéité (faible fluage).

Il existe des grades spéciaux d'HYTREL® caractérisés par une bonne stabilité de la paraison et d'autres propriétés requises pour le soufflage. Leurs applications sont les suivantes:

- Soufflets CVJ.
- Soufflets de suspension et de direction.
- Conduits d'air.
- Tuyaux de mise à l'air.

Voici quelques-uns des grades de soufflage HYTREL®.

	Dureté (Shore D)	Principales applications
HYTREL® HTR8105	47	Soufflets CVJ
HYTREL® HTR5612	50	Soufflets CVJ, de suspension et de direction
HYTREL® HTR8223	45	Soufflets CVJ, de suspension et de direction
HYTREL® HTR4275	55	Conduits d'air, tuyaux de mise à l'air
HYTREL® BM6574	65	Conduits d'air, tuyaux de mise à l'air (température plus élevée)
HYTREL® BM5576	55	Conduits d'air, tuyaux de mise à l'air (température plus élevée)

1.3.2 Rhéologie des résines HYTREL®

Les figures 3 et 4 montrent les courbes de viscosité apparente et de taux de cisaillement de certains grades de soufflage HYTREL®. Les grades à haute viscosité sont conçus pour les pièces longues comme les conduits d'air, les grades de faible viscosité (indice de fluidité plus élevé) étant destinés aux soufflets CVJ, de suspension et de direction.

Les indices de fluidité de ces résines sont indiqués dans le tableau 2. Notez que le poids et la température utilisés comme mesures réalisées dans des conditions différentes ne sont pas comparables.

Tableau 2

Grade d'HYTREL®	Dureté (Shore D)	Indice de fluidité type à 5 kg g/10 min	Indice de fluidité type à 21,6 kg g/10 min	Température
HTR4275 BK	55	2,0	0,5	230°C
BM5576 BK	55	1,2	0,3	230°C
BM6574	65	–	0,5	270°C
HTR5612 BK	50	–	3,0	230°C
HTR8105 BK	47	–	2,0	230°C
HTR8223 BK	45	2,5	0,4	230°C

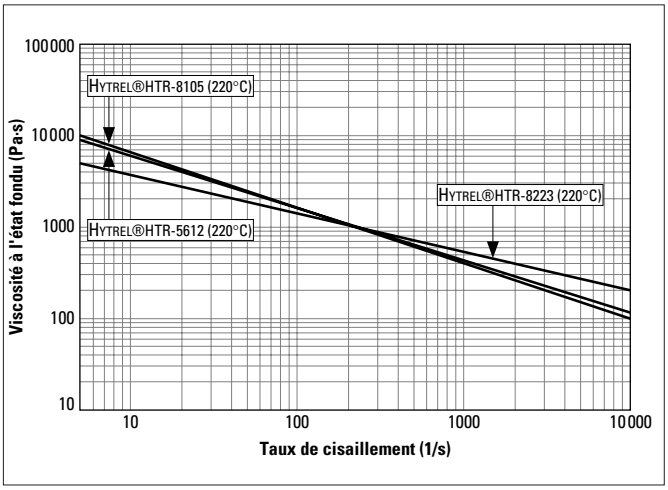


Fig. 3 **Viscosité à l'état fondu de différents grades d'HYTREL®**

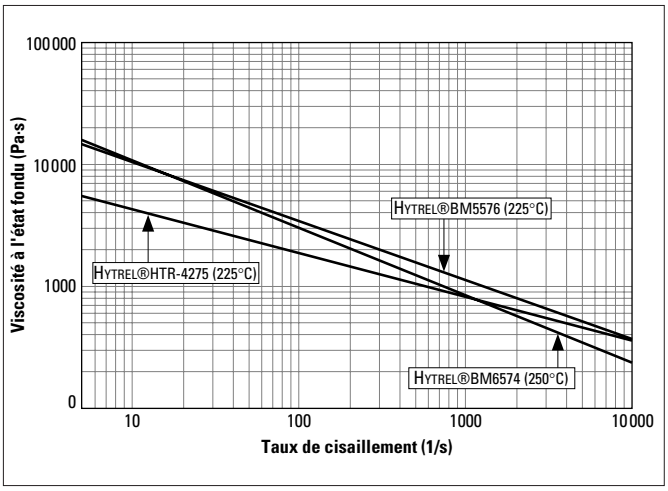


Fig. 4 **Viscosité à l'état fondu de différents grades d'HYTREL®**

1.3.3 Résine polyester CRASTIN® PBT

Les résines polyesters CRASTIN® PBT sont des polymères techniques à hautes performances. Elles conviennent particulièrement aux applications de soufflage automobiles pour les raisons suivantes:

- Bonne rigidité et bonne résistance, en particulier à haute température.
- Ténacité et résistance au choc excellentes.
- Bonne résistance aux huiles, aux hydrocarbures et aux produits chimiques.
- Faible absorption d'humidité et excellente stabilité dimensionnelle.
- Compatibilité avec l'HYTREL® dans les moulages combinant des éléments souples et rigides.

Il existe deux grades de CRASTIN® spécifiquement conçus pour le soufflage:
CRASTIN® ST820 (pour les petites pièces).
CRASTIN® BM6450 (résistance élevée à l'état fondu, pour les pièces de grandes dimensions).

1.3.4. Rhéologie des résines CRASTIN®

La courbe de viscosité apparente et de taux de cisaillement du CRASTIN® BM6450 BK est représentée en figure 5 ci-après.

Le CRASTIN® BM6450 BK se caractérise par un indice de fluidité type de 11 g/10 min, mesuré avec un poids de 21,6 kg à une température de 250°C.

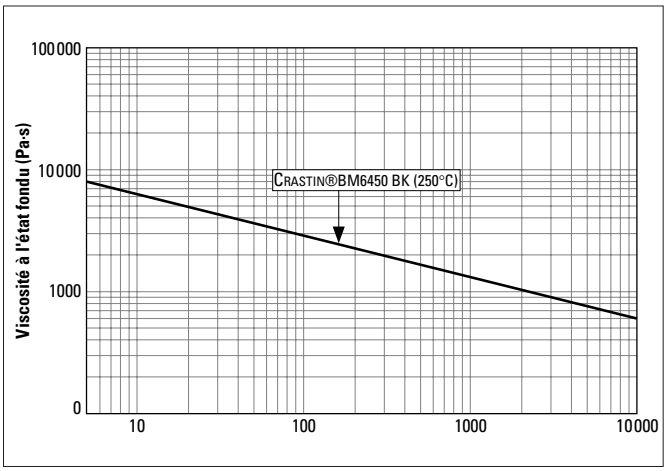


Fig. 5 **Viscosité à l'état fondu du CRASTIN® BM6450**

2 Description du procédé de soufflage

2.1 Généralités

Tous les procédés de soufflage comprennent trois phases:

1. Plastification des granules de résine thermoplastique, en principe au moyen d'une extrudeuse monovis.
2. Production d'une préforme à l'état fondu (soit un tube extrudé, ou «paraison», pour l'**extrusion**-soufflage, soit une préforme moulée par injection pour l'**injection**-soufflage).
3. Soufflage de la paraison dans un moule, en général avec de l'air, suivi du démoulage et de l'ébarbage de la pièce.

Cette brochure n'a pas pour objet de fournir une description détaillée des processus ci-dessus et des types de machines disponibles sur le marché. Toutefois, les informations suivantes peuvent vous aider à différencier les aspects les plus importants de chaque technique en fonction de l'utilisation des résines techniques dans le cadre du soufflage.

2.2 Extrudeuses en continu

Dans ce procédé, la vis de l'extrudeuse est en rotation constante, ce qui entraîne la plastification des granules et le pompage de la matière par la tête et la filière. La paraison est ainsi suspendue verticalement à la filière. Lorsque la paraison atteint la longueur requise, le moule se referme et elle est coupée immédiatement. Le moule est placé rapidement en position de soufflage. Un poinçon gonfle alors la paraison pour qu'elle épouse la forme de l'empreinte. L'extrusion de la paraison suivante s'opère parallèlement. Le procédé requiert un contrôle précis de la vitesse d'extrusion afin que chaque paraison atteigne la longueur requise dans le délai nécessaire pour réaliser le cycle de soufflage et de refroidissement. Un dispositif de régulation multipoint contrôle l'épaisseur de paroi de la paraison, et donc celle de la pièce. Il fait appel à un système hydraulique pour ajuster l'orifice de la filière durant l'extrusion.

2.3 Extrudeuses à chambre d'accumulation

Bien que simple et économique pour de nombreuses applications, le procédé d'extrusion en continu présente un inconvénient: la paraison doit rester en suspens sous l'action de la gravité pendant la totalité du cycle de moulage. La résine doit donc présenter une excellente résistance à l'état fondu, en particulier pour les moulages longs.

Si vous intégrez une chambre d'accumulation faisant office de réservoir et de piston injecteur, vous disposez de suffisamment de résine dans la tête pour une pièce. De cette façon, l'injection s'opère très rapidement juste avant que le moule ne se referme pour commencer son cycle. La vis d'extrudeuse peut être arrêtée et remise en route selon les besoins afin de remplir à temps la chambre pour la prochaine opération d'injection et de moulage. L'accumulateur contribue à minimiser les effets de l'allongement de la paraison dans les pièces longues. Il peut aussi servir à mouler des résines techniques semi-cristallines si le refroidissement rapide ou l'oxydation de la surface de la paraison risque de poser des problèmes sur les extrudeuses en continu.

2.4 Co-extrusion-soufflage séquentiel en trois dimensions

Le procédé de co-extrusion-soufflage implique l'extrusion simultanée, en couches, de deux ou trois résines compatibles sur la paroi de la paraison. Ceci permet, par exemple, d'incorporer des couches spéciales pour la barrière de perméation ou d'employer une couche de matériau rebroyé dans la paroi de la pièce. Il faut donc plusieurs extrudeuses pour introduire les différents matériaux dans la tête spéciale qui peut fonctionner en continu ou comporter une chambre d'accumulation.

Le soufflage séquentiel peut être considéré comme un développement du procédé de co-extrusion-soufflage, les couches étant combinées de manière programmée. Il est ainsi possible de produire des pièces composées de sections en résines différentes, par exemple un matériau pour les sections rigides et un autre pour les soufflets flexibles.

Les résines techniques compatibles entre elles et adaptées au procédé de co-extrusion-soufflage séquentiel comprennent les combinaisons suivantes de polyamides et de polyesters:

	Composant rigide	**Composant souple**
Polyamides:	ZYTEL® BM7300T, BM73G15T ou BM73G25T	ZYTEL® BM7300FN
Polyesters:	CRASTIN® BM6450	HYTREL® HTR4275

Un des inconvénients majeurs des procédés de soufflage traditionnels est qu'ils ne sont pas parfaitement adaptés au moulage de pièces longues et étroites en 3 dimensions, tels que les conduits d'air, sans produire trop de déchets et de longs pincements indésirables au

niveau des lignes de fermeture du moule. Ceci a donc conduit à la mise au point des procédés de soufflage «en 3 dimensions», à savoir trois systèmes différents pour obtenir des résultats similaires.

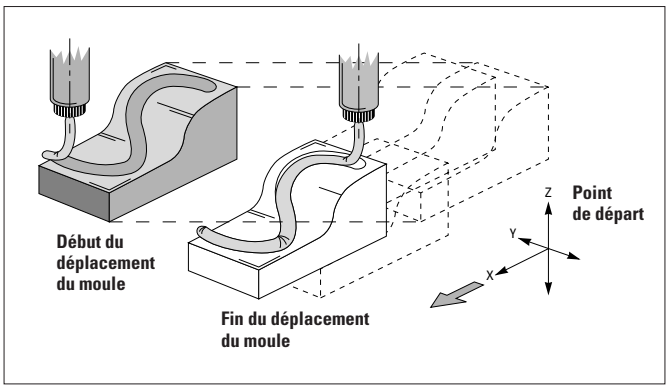
Les procédés en 3 dimensions sont normalement associés au soufflage séquentiel pour réaliser des moulages rigides/souples en une seule opération.

Procédé par «Dépôt»

Dans ce système (voir figure 6), la paraison est extrudée verticalement sur une moitié de moulé fixée à l'horizontale de telle sorte que sa partie émergente suit la trajectoire de l'empreinte: pour cela, il convient de déplacer la tête d'extrusion et la filière ou la moitié du moule (avec l'extrudeuse fixe). La paraison reste partiellement gonflée par injection d'air d'appui pour éviter qu'elle ne s'affaisse, jusqu'à ce que le moule se referme et que la paraison soit entièrement gonflée au moyen d'une aiguille. Le moulage obtenu ne produit pratiquement aucun déchet (sauf aux extrémités) et aucun pincement.

L'inconvénient de ce procédé pour les polymères techniques est le temps relativement long pendant lequel la paraison reste en contact avec une moitié du moule, ce qui entraîne la solidification prématurée de sa surface.

Moule mobile



Tête d'extrudeuse mobile

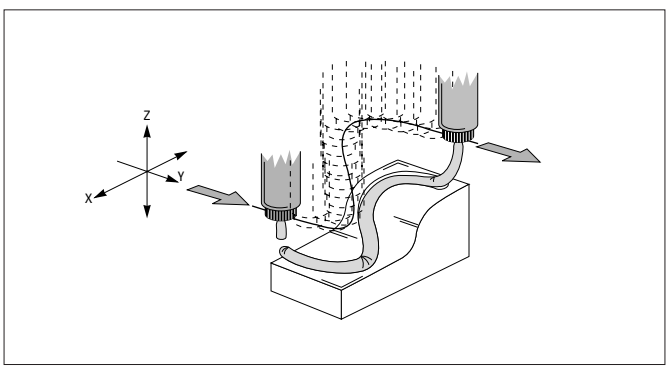


Fig. 6 **Procédé par dépôt en 3 dimensions**

Manipulation de la paraison

Cette technique est un développement du soufflage traditionnel (avec chambre d'accumulation). La paraison extrudée est «manipulée» par des robots et les segments de moule mobiles pour qu'elle remplisse l'empreinte tridimensionnelle. Elle est en principe retirée de la filière par une pince robotisée qui la place au-dessus du poinçon de soufflage ou, dans le cas du gonflage à aiguilles, dans une des parties du moule à plusieurs segments. Par leurs déplacements programmés, le bras du robot et les segments de fermeture du moule positionnent ensuite la paraison dans l'empreinte jusqu'à ce que le moule se referme complètement. La paraison est alors gonflée pour produire la pièce finie. Bien qu'elle puisse poser des problèmes inhérents au procédé «par dépôt», la technique de manipulation de la paraison semble généralement mieux adaptée aux polymères techniques semi-cristallins.

Aspiration en 3 dimensions

Dans ce procédé (voir figure 7), une machine à chambre d'accumulation (avec ou sans co-extrusion/soufflage séquentiel) s'emploie avec un moule spécial auquel est relié un dispositif d'aspiration d'air. La paraison est extrudée dans l'empreinte par une ouverture pratiquée sur le dessus du moule **fermé** alors que parallèlement du vide est insufflé dans la partie inférieure de l'empreinte. Cet écoulement d'air d'aspiration et d'appui passant par le moule contribue à guider la paraison jusqu'à la partie inférieure du moule. A ce stade, la paraison est gonflée, soit par une aiguille insérée dans un de ses points, soit par un poinçon placé au centre de la filière.

Ce procédé convient particulièrement aux conduits d'air et aux tuyaux de faible diamètre, surtout lorsque le diamètre ou la section varie peu sur la longueur de la pièce.

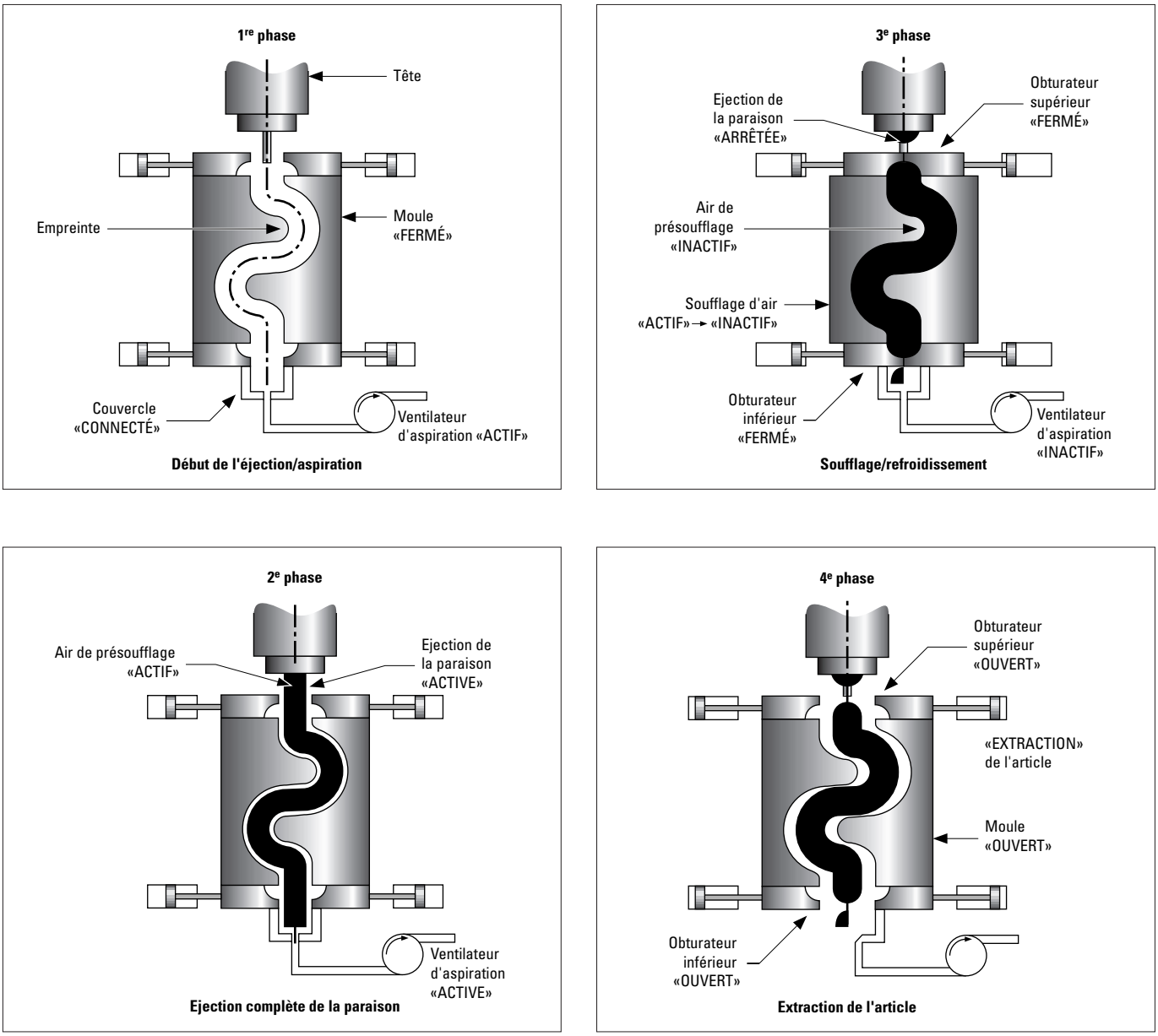


Fig. 7 **Procédé de soufflage par aspiration.** (Schéma et description du procédé avec l'autorisation de Fischer W. Müller Blastformtechnik.)

2.5 Injection-soufflage

L'injection-soufflage est une technique souvent utilisée dans l'industrie de l'emballage, notamment pour la production en grandes séries de petits conteneurs avec des durées de cycle courtes. Elle convient aussi aux petits moulages en résines techniques. Ce procédé présente l'avantage d'un contrôle plus précis des dimensions et des tolérances. Il permet de mouler, entre autres, des soufflets CVJ (couvre-joints de transmission d'automobile) en élastomère polyester HYTREL®.

Le moulage des soufflets CVJ en HYTREL® fait appel à un système d'injection-soufflage relativement traditionnel pour produire des préformes sur un noyau solide. Après la phase d'injection, la préforme est extraite du moule, toujours placée sur le noyau, avec un contrôle précis de la température (proche du point de fusion). Elle est ensuite transférée dans l'empreinte où elle est séparée du noyau et soufflée. Enfin, la pièce est extraite du moule, généralement sans qu'aucune opération d'ébarbage ultérieure ne soit nécessaire.

Il est courant d'utiliser des moules multi-empreintes dans le procédé d'injection-soufflage. Un contrôle thermique très précis, en particulier dans le moule d'injection et le noyau, est essentiel pour garantir à la pièce la forme appropriée.

Pour obtenir des recommandations spécifiques sur l'injection-soufflage de l'HYTREL®, reportez-vous à la section 4.10.

3 Machine de soufflage – Aspects importants

Les résines de moulage de DuPont ont été mises en œuvre dans de nombreuses machines de soufflage. Cette section est consacrée principalement à l'extrusion séquentielle (avec chambre d'accumulation) et à l'extrusion en continu. Toutefois, pour l'HYTREL® en particulier, l'injection-soufflage et le procédé Pressblower®[1)] servent souvent à mouler des soufflets CVJ et de petites pièces similaires. Les recommandations relatives à ces procédés sont indiquées dans la section 4.10.

3.1 Conception de la vis et du cylindre

La conception de la vis est très importante pour les résines techniques, car la plupart d'entre elles ont des besoins en énergie importants. Une vis de compression d'un rapport L/D (longueur/diamètre) élevé est donc généralement recommandée. Pour garantir la stabilité du procédé, une capacité élevée et une matière homogène, le rapport L/D doit être en principe de 24 avec un taux de compression de 2,7 à 3,5:1 (mesuré en divisant la profondeur de la zone d'alimentation par la profondeur de la zone de calibrage). Des vis plus courtes risquent de produire un mélange non homogène et des rapports de compression inadaptés peuvent entraîner des problèmes de surchauffe de la matière, de sa remontée ou des poches d'air. La vis doit comporter une extrémité conique plutôt qu'une découpe carrée. L'emploi de vis à haut rendement destinées au polyéthylène (généralement associées à des zones d'alimentation du cylindre rainurées très refroidies) n'est pas recommandé pour le ZYTEL®, l'HYTREL® ou le CRASTIN®. En raison du point de fusion élevé de ces matériaux, une compression et un cisaillement progressifs sont nécessaires pour faire fondre correctement la résine et la rendre homogène. Le meilleur résultat est obtenu avec une vis à 3 zones et un cylindre lisse. On a constaté que certains cylindres rainurés peuvent produire un flux irrégulier avec des grades souples d'HYTREL® et entraîner également un couple de moteur élevé et un arrêt de la vis avec des polyamides à cristallinité plus élevée. Avec ces cylindres, il peut être cependant nécessaire d'utiliser une vis de compression plus faible que celle indiquée plus haut et d'élever les températures dans la zone rainurée (généralement refroidie).

Avec l'HYTREL®, l'emploi de mélangeurs à taux de cisaillement élevé (Maddock, par exemple) n'est pas recommandé car cela entraîne un développement de chaleur localisé. Il est alors difficile de contrôler la température de fusion et de conserver une viscosité uniforme. L'utilisation de sections de mélangeage à faible taux de cisaillement sur les pointes des vis peut toutefois s'avérer utile.

Pour plus de détails sur les conceptions de vis recommandées, veuillez consulter votre représentant technique DuPont.

Matériaux de construction

En règle générale, les métaux résistants à la corrosion ne sont pas nécessaires pour mettre en œuvre le ZYTEL®, l'HYTREL® ou le CRASTIN®. Des surfaces en acier nitruré conviennent habituellement et se caractérisent par une durée de service satisfaisante. Toutefois, avec les résines renforcées, les surfaces du cylindre et du filetage doivent offrir une bonne résistance à l'usure.

Les cylindres de type Xaloy 100/101, 800 ou équivalent résistent très bien à l'usure par les fibres de verre. Les surfaces nitrurées ne supportent pas quant à elles l'abrasion par des polyamides renforcés verre et leur surface s'écaille après une utilisation de courte durée. Les cylindres nitrurés ne sont donc pas recommandés pour la mise en œuvre en continu de ces polyamides.

Pour les vis, les filetages durcis avec un alliage tel que Stellite résistent bien mieux à l'usure que les filetages trempés à la flamme ou nitrurés. Un chromage dur est également recommandé pour les autres surfaces de la vis.

Informations complémentaires

Evitez d'utiliser des plaques de répartition avec des jeux de tamis sur les machines de soufflage durant la mise en œuvre des résines techniques.

3.2 Conception des canaux et de l'adaptateur

Pour réduire la pression, installez un disque de rupture ou un dispositif équivalent à l'extrémité de la vis, dans la zone de l'adaptateur. Une pression élevée peut provoquer la solidification et la dégradation du matériau ou un dégazage, ainsi qu'une viscosité indésirable. Un capteur de pression fixé à cet endroit doit permettre de contrôler les performances de l'extrudeuse et de déclencher son arrêt automatique lorsque la pression approche les limites recommandées par le fabricant de l'équipement.

Les canaux d'écoulement entre l'extrémité de la vis et l'entrée de la tête doivent être conçus avec soin pour garantir un flux de matière régulier et suffisamment rapide pour que la résine stagne le moins possible sur la paroi. Un écoulement lent ou des zones de retenue peuvent provoquer la dégradation du polymère, ce qui entraîne la formation de gels et de dépôts susceptibles de se détacher avec le temps. Une conception adaptée des canaux d'alimentation élimine ces problèmes.

[1)] Marque déposée de Ossberger Maschinenfabrik GmbH.

3.3 Conception de la tête avec chambre d'accumulation et de la tête d'extrusion

Tête avec chambre d'accumulation

La conception de la tête avec chambre d'accumulation doit être du type «premier entré/premier sorti». Le maintien du matériau dans les canaux d'écoulement entraîne une plus longue exposition à la chaleur, ce qui risque de décomposer la résine. La chambre d'accumulation doit aussi offrir une bonne résistance à la liaison à l'endroit où les flux se divisent et se rejoignent ultérieurement.

Une bonne régulation thermique des canaux d'écoulement de la chambre d'accumulation est particulièrement importante (voir section 3.7).

Tête d'extrusion en continu

Les remarques ci-dessus s'appliquent également à la tête des machines d'extrusion-soufflage en continu.

3.4 Usinage de la filière et de la tête

L'usinage de la filière et de la tête influe sur plusieurs caractéristiques de la paraison:

- Diamètre.
- Gonflement (augmentation de l'épaisseur et du diamètre).
- Epaisseur de paroi.
- Etat de surface.

Le diamètre est principalement déterminé par celui de la filière et par le gonflement et l'affaissement de la paraison (étirement sous l'action de la gravité).

Les autres facteurs influant sur ces caractéristiques sont la température de fusion et d'autres propriétés de la résine, ainsi que la vitesse d'extrusion (injection) et la géométrie de la filière et de l'aiguille.

Les figures 8 et 9 montrent des usinages de filière convergent et divergent, avec leur effet sur l'augmentation du diamètre et de l'épaisseur de paroi de la paraison.

Les angles de la filière et de l'aiguille influent sur le comportement de la paraison. Le tableau 3 fournit des valeurs caractéristiques de rapports d'augmentation du diamètre et de l'épaisseur pour quelques grades de ZYTEL®, d'HYTREL® et de CRASTIN®. Il convient toutefois de déterminer avec précision le comportement au gonflement en menant des essais à l'aide de la machine et du matériau prévus.

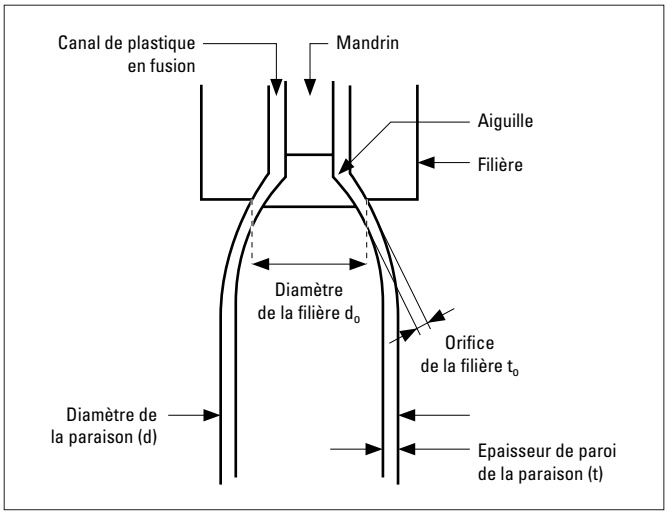


Fig. 8 **Usinage divergent de la tête**

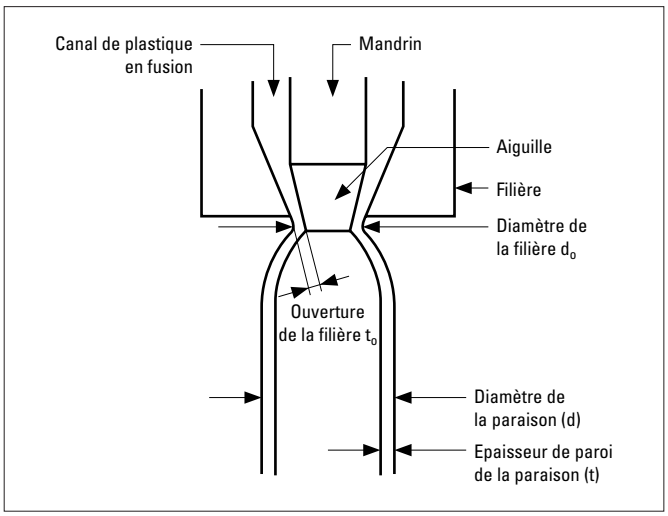


Fig. 9 **Usinage convergent de la tête**

$$\text{Augmentation de l'épaisseur de la paraison} = \frac{t}{t_0} = Ts$$

$$\text{Augmentation du diamètre de la paraison} = \frac{d}{d_0} = Ds$$

Tableau 3

	Usinage divergent		Usinage convergent	
	Ts	**Ds**	**Ts**	**Ds**
ZYTEL® BM7300T	1,5-2,0	1,1-1,4	1,5-2,0	1,2-1,6
ZYTEL® BM73G25T*	1,0-1,2	0,9-1,1	1,0-1,2	1,0-1,2
HYTREL® HTR4275	1,5-2,0	1,1-1,4	1,6-2,1	1,4-1,8
CRASTIN® BM6450	1,3-1,7	1,0-1,2	1,4-1,9	1,2-1,5

* Remarque: grade renforcé verre

3.5 Coupes de la paraison

Selon le type de machine employé, il peut être nécessaire de couper la paraison chauffée. En principe, il est possible d'utiliser un couteau ou un fil chauffé avec le ZYTEL®. Dans le cas du ZYTEL® renforcé verre, le couteau chauffé devra éventuellement être renforcé pour éviter que les fibres de verre ne l'endommagent.

3.6 Force de fermeture du moule

Les moules et les machines sélectionnées doivent garantir une force de fermeture de 75 à 225 N/cm^2 de la surface prévue et de 500 à 5000 N/cm de la longueur du pincement. De faibles pressions peuvent être nécessaires avec des moules et des zones de pincement en aluminium. Les pressions requises dépendent également de plusieurs facteurs: configuration du pincement, conception de la poche de bavure et du filet, et épaisseur de paroi de la paraison.

Pour plus d'informations sur la conception du moule, reportez-vous à la section 6.

3.7 Contrôle de la température

Une machine de soufflage requiert un contrôle précis des températures. La température de la matière doit être uniforme d'un moulage à l'autre, sinon une résistance non homogène à l'état fondu risque de produire des épaisseurs de paroi variables dans la pièce. La tête ou les zones entre le cylindre et la tête ne doivent comporter aucune surface métallique importante non chauffée. Tout point froid entraîne la formation d'une peau froide ou des blocages résultant de la solidification de la matière lors de la mise en œuvre de résines techniques semi-cristallines.

Les colliers chauffants doivent avoir une puissance en watts suffisante pour maintenir la température recommandée dans toutes les zones.

Comme indiqué précédemment, les cylindres rainurés ne sont pas recommandés pour les polymères techniques. Si toutefois une zone refroidie d'un cylindre rainuré est utilisée, réglez la température entre 80 et 150°C selon le matériau mis en œuvre. Dans le cas des polyamides en particulier, cette température doit être de 150°C au minimum pour éviter un développement excessif du couple du moteur. Pour cela, vous pouvez utiliser un système de régulation à huile chauffée. La goulotte d'alimentation doit être refroidie afin de réduire les risques de pontage du matériau au-dessous de la trémie.

Il est recommandé d'installer des ampèremètres avec des alarmes et des dispositifs d'arrêt appropriés sur chaque zone de chauffage pour assurer une surveillance et un contrôle adéquats.

3.8 Equipement auxiliaire

Dessicateurs, granulateurs

Reportez-vous à la section 5, «Manipulation des résines de soufflage».

Incorporation d'inserts

Il est parfois nécessaire de précharger les pièces métalliques ou plastiques dans le moule avant chaque cycle de soufflage.

Les inserts métalliques sont généralement clavetés dans la pièce durant le cycle de soufflage. Ils peuvent être aussi pré-enduits avec un adhésif approprié pour faciliter l'adhérence. Ils doivent être fabriqués avec la même résine que la pièce moulée (ou avec une résine compatible). Il convient parfois de les préchauffer dans un four pour réaliser le collage durant l'opération de soufflage.

Thermorégulateurs

Des systèmes de refroidissement à eau ou, dans certains cas, des systèmes de chauffage à eau ou à huile sont nécessaires pour maintenir les températures du moule en conformité avec les paramètres recommandés (reportez-vous à la section 4, «Conditions de service»).

Ventilation/extraction des fumées

Avec la plupart des grades de ZYTEL®, d'HYTREL® et de CRASTIN®, vous pouvez utiliser un équipement de ventilation standard conforme aux bonnes pratiques en vigueur dans l'industrie pour garantir une mise en œuvre sans problème. Toutefois, si des paraisons de grandes dimensions sont exposées, notamment lors de la purge à la mise en route et à l'arrêt, une extraction localisée au-dessus de la tête et autour de la zone de purge est recommandée. Elle est également nécessaire avec certains grades de résines pour éliminer l'excès de fumées, en particulier durant les opérations d'ébarbage manuel.

4 Conditions de service

4.1 Aide-mémoire. Récapitulatif des conditions de mise en œuvre

Le tableau 4 fournit des indications sur les conditions de mise en œuvre et le séchage préliminaire. Il comporte également des valeurs de retrait caractéristiques, mais il est recommandé de prévoir avec précision le retrait réel pour un nouveau moule en soumettant la résine sélectionnée à des essais dans un autre moule similaire. En effet, dans la pratique, la forme de la pièce, l'épaisseur de paroi et le rapport d'étirage peuvent avoir un impact significatif sur le retrait des résines mises en œuvre.

Comme c'est le cas avec de nombreuses résines semi-cristallines, une faible teneur en humidité est essentielle pour bien contrôler la viscosité, en particulièrement avec les polyamides. Les teneurs en humidité indiquées dans le tableau 4 doivent être considérées comme des valeurs maximales pour obtenir de bons résultats. Pour plus de détails sur le séchage et la manipulation des rebroyés, reportez-vous à la section 5.3.

4.2 Températures du cylindre

Le tableau 4 indique les températures de **fusion** optimales qui doivent être maintenues pour garantir une bonne mise en œuvre. Ces températures sont en principe nécessaires à l'extrémité du cylindre et de la tête, afin que les zones suivantes de thermorégulation ne servent qu'à maintenir la résine à la même température lorsqu'elle passe de la tête dans la filière.

Pour atteindre les températures de fusion requises à l'extrémité de la vis, réglez la température du cylindre entre 5 et 15°C au-dessous de la température de fusion optimale afin de tenir compte de la surchauffe due au cisaillement produit par la vis. La section 3.1 met l'accent sur l'importance d'une conception appropriée de la vis, qui peut avoir un impact considérable sur le contrôle des températures, tout en permettant d'obtenir des caractéristiques homogènes avec les polymères techniques.

Tableau 4 – Récapitulatif des recommandations de mise en œuvre pour les résines moulées par soufflage

Type et grade de résine	Type de matériau	Séchage		Plage de tempér. de mise en œuvre, °C (moyenne)	Tempér. du moule	Force de fermeture du moule, N/cm de la longueur du pincement	Retrait[1], %	
		Humidité max., %	Tempér. °C/temps				Longueur	Largeur
HYTREL® HTR4275	TEEE	0,02	100-120/2-3 h	215-225 (220)	10-50	800-1200	2,2-2,7	1,5-2,0
HYTREL® HTR5612	TEEE	0,02	100-110/2-3 h	210-225 (215)	10-50	800-1200	2,2-2,7	1,5-2,0
HYTREL® HTR8105	TEEE	0,02	100-110/2-3 h	210-225 (215)	10-50	800-1200	2,2-2,7	1,5-2,0
HYTREL® HTR8223	TEEE	0,02	100-110/2-3 h	210-225 (215)	10-50	800-1200	2,2-2,7	1,5-2,0
HYTREL® B5576	TEEE	0,02	100-120/2-3 h	215-225 (220)	10-50	800-1200	2,2-2,7	1,5-2,0
HYTREL® BM6574	TEEE	0,02	100-110/2-3 h	230-240 (235)	10-50	800-1200	2,2-2,7	1,5-2,0
ZYTEL® CFE8005	PA66	0,05	110-120/4-6 h	270-280 (275)	70-120	1500-3000	1,2-1,7	2,3-2,8
ZYTEL® EFE7340 EFE7341	PA66 15% verre PA66 20% verre	0,05	110-120/4-6 h	270-280 (275)	70-120	1500-3000	0-0,5	1,0-1,5
ZYTEL® BM73G25T	PA6 25% verre	0,05	110-120/4-6 h	230-240 (235)	20-120	1500-3000	0	0,5-1,0
ZYTEL® BM7300FN	PA6 aliage souple	0,05	80 max./6-7 h	225-235 (230)	20-60	800-1200	2,4-2,8	2,4-2,8
ZYTEL® BM7300T	PA6 rigide	0,05	110-120/4-6 h	230-240 (235)	20-120	1500-3000	1,0-1,5	1,8-2,5
CRASTIN® BM6450	PBT	0,03	100-120/2-3 h	235-245 (240)	20-60	800-1200	1,8-2,3	1,5-2,0

[1] Mesuré avec des bouteilles d'un litre.

La valeur de retrait exacte dépend de l'épaisseur de paroi moyenne et de la forme de la pièce. Utilisez une valeur faible pour une épaisseur d'environ 1 mm et une valeur élevée pour une épaisseur supérieure à 4 mm.

Remarque: pour l'injection-soufflage des résines HYTREL®, reportez-vous à la section 4.10.

4.3 Températures de l'adaptateur, de la tête et de la filière

Les résines techniques présentant un point de fusion élevé, les canaux, les adaptateurs, et les zones de la tête et de la filière doivent être chauffés uniformément pour éviter les points froids. Ceci permet d'éviter les variations de viscosité, voire la solidification de la matière. Cette partie de la machine de soufflage ne doit comporter aucune surface métallique importante non chauffée. En outre, les éléments chauffants doivent disposer d'une puissance suffisante pour garantir que toutes les zones atteignent leur température de démarrage dans un délai raisonnable. Cette température doit ensuite être maintenue constante, à quelques degrés de la valeur nominale. Pour cela, il convient de positionner convenablement les thermocouples dans des poches profondes de la zone de l'adaptateur, de la tête et de la filière. Comme indiqué à la section 4.2, la situation idéale serait d'atteindre la température requise pour la matière à l'extrémité de la vis, après la dernière zone du cylindre. Les zones de chauffage dans la tête et l'adaptateur doivent maintenir cette valeur, sans élévation ni diminution de la température de la matière. Autrement dit, ces zones ne doivent servir à compenser ni une conception médiocre de la vis ni une température de cylindre inadaptée.

Les réglages de température optimaux pour les zones de l'adaptateur, de la tête et de la filière doivent être conformes aux valeurs du tableau 4, «Plage de températures de mise en œuvre (moyenne)» pour chaque type et grade de résine. Une fois les températures définies, un temps de pénétration de la chaleur suffisant est indispensable pour obtenir des températures uniformes et stables dans toutes les zones. Si, durant le fonctionnement normale de la machine, vous remarquez qu'une température est largement en dessous de la valeur nominale, recherchez-en la cause. Voici quelques causes possibles:

- défaillance d'un collier chauffant ou de manchons de raccordement;
- déplacement d'un thermocouple;
- source de refroidissement soudaine (courant d'air, par exemple);
- autre effet de refroidissement (sur certaines machines, un écoulement d'air par la tête est prévu pour le soufflage de la pièce).

La température de la filière est en principe définie de la même manière que celle de la tête, bien qu'une valeur plus élevée (5 à 20°C) soit possible pour améliorer l'état de surface (effets de la fragilité du flux ou de la «peau de requin») et réduire les pressions d'injection et le gonflement de la filière. Avec certaines résines, il peut être également utile d'améliorer la résistance des soudures au pincement.

4.4 Pressions et vitesses d'injection de la chambre d'accumulation

Il est possible de limiter les pressions d'injection par une conception appropriée de la machine et le respect des normes de sécurité, bien qu'il n'existe pas de pression «optimale» pour les différents grades ou types de résines de DuPont. Toutefois, les pressions mesurées à l'aide d'une combinaison quelconque de machine/tête/filière dépendent des facteurs suivants:

- type/grade de résine;
- viscosité de la résine (déterminée par la température de fusion, la teneur en humidité, etc.);
- ouverture de la filière (déterminée par les dimensions de l'outillage et le programme de la paraison);
- géométrie de la filière;
- température de la filière;
- vitesse d'injection.

La vitesse d'injection (ou pression d'injection prédéfinie) doit être aussi élevée que possible avec la plupart des résines techniques. Ceci a pour objet de:

- réduire au minimum l'affaissement de la paraison;
- réduire au minimum l'oxydation superficielle (qui peut influer sur les soudures de pincement);
- réduire au minimum le refroidissement superficiel (pour un meilleur état de surface après le moulage).

Vous devrez peut-être limiter la vitesse d'injection si la paraison présente des signes de fragilité du flux (peau de requin) ou pour des raisons de conception de la machine et/ou de sécurité.

4.5 Programmation de la paraison

La programmation multipoint de la paraison est une procédure standard sur la plupart des machines de soufflage. Elle permet de contrôler l'épaisseur de paroi et la longueur de la paraison en ouvrant ou en fermant l'orifice de la filière selon un programme prédéfini. Cette programmation est nécessaire pour compenser la tendance à l'étirement sous l'action de la gravité, en particulier avec les pièces longues, et pour définir l'épaisseur optimale du matériau en chaque point de la longueur de la pièce.

Le «profil» adopté pour la programmation de la paraison en fonction d'un moule donné est déterminé durant les essais de moulage.

4.6 Température du moule

Le tableau 4 fournit des recommandations en matière de réglage de température pour chaque type de résine technique de DuPont. Ces températures sont sélectionnées en tenant compte de critères importants tels que:

- la nécessité de réduire au minimum la durée de cycle globale;
- la vitesse de solidification du matériau lorsqu'il est en contact avec le moule, ce qui peut influer sur l'état de surface avec certaines résines (un moule chaud peut améliorer l'état de surface);
- le pourcentage de retrait du matériau;
- la résistance au pincement, qui peut être améliorée par l'emploi d'un moule chaud.

Dans les procédés spéciaux comme certains types de soufflage en trois dimensions, il peut être nécessaire d'utiliser des moules dont les températures sont plus élevées que celles indiquées dans le tableau 4 (section 2.4).

4.7 Mise en route

Normalement, la machine aurait dû fonctionner à vide avant l'arrêt, conformément à la procédure décrite à la section 4.8. Si elle a été utilisée précédemment avec du ZYTEL® ou d'autres résines techniques, il convient de la purger avec du polyéthylène haute densité avant l'arrêt. Cette procédure est également valable si la machine a été arrêtée après une purge avec de l'HYTREL® par exemple. Toutefois, si des matériaux thermiquement instables comme le PVC ont été utilisés auparavant, ne dépassez pas les limites de température de ces matériaux tant que la machine n'a pas atteint le stade de préchauffage et qu'elle n'a pas été purgée avec du polyéthylène haute densité. En règle générale, la procédure de mise en route est la suivante:

1. Réglez toutes les températures de la machine aux valeurs indiquées dans le tableau 4 pour le type de résine approprié.
2. Laissez les températures atteindre leur valeur nominale. Ensuite, un temps de pénétration de la chaleur de 1 à 3 heures est nécessaire, selon les dimensions de la machine. Si la température nominale n'est pas atteinte dans un délai raisonnable, vérifiez les circuits de chauffage et de contrôle appropriés (reportez-vous également à la section 4.3).
3. Laissez la trémie d'alimentation fermée, faites tourner la vis à une faible vitesse initiale et vérifiez le courant du moteur et les instruments de pression aux endroits différents pour vous assurer qu'il n'existe aucun blocage ni un autre problème dû à la présence d'un bouchon de matière froide dans la machine.
4. Après avoir mis la vis en rotation (lente) et constaté qu'il n'existe aucun blocage, ouvrez la trémie pour faire pénétrer les granules de résine dans la zone d'alimentation de la vis.
5. Contrôlez le couple de la vis au moyen du courant du moteur et les systèmes de transmission de la pression. Augmentez progressivement la vitesse de la vis pour qu'elle atteigne sa valeur de fonctionnement normale, tout en surveillant le courant du moteur et la pression.
6. Il peut être utile de faire tourner la vis et de faire fonctionner la chambre d'accumulation (le cas échéant) à une vitesse plus élevée que la valeur normale. Ceci permet de mieux purger la machine des résidus de résine ou de polyéthylène qu'il est difficile d'éliminer des zones de l'adaptateur, de la tête et de la filière.
7. Vérifiez qu'il ne reste plus de corps étrangers ni de «peau» de polyéthylène dans la machine. Pour cela, examinez la surface de la paraison en la raclant avec une lame ou un autre instrument adapté.
8. Lancez la procédure de moulage conformément aux paramètres définis et apportez les modifications éventuellement nécessaires.

4.8 Procédures de purge et d'arrêt

Pour les arrêts de courte durée (entre 15 minutes et 3 heures), il recommandé de faire fonctionner la machine à vide en refermant la trémie d'alimentation et en éliminant la matière du cylindre et de la tête. Maintenez des températures normales dans toutes les zones. La mise en route doit être suivie d'une purge de la matière résiduelle avec de la résine vierge. Si la machine doit être arrêtée pendant plus de 2 à 3 heures, suivez la procédure de purge et d'arrêt suivante, selon le type de résine utilisé.

ZYTEL® (PA6 et P66):

- Fermez la trémie d'alimentation et continuez à faire fonctionner la machine jusqu'à ce qu'il ne reste plus de résine dans le cylindre et la chambre d'accumulation.
- Introduisez du polyéthylène haute densité dans la vis et la tête et continuez à les faire fonctionner jusqu'à ce qu'il ne reste plus aucune trace de ZYTEL® dans la machine. Un fonctionnement à des vitesses plus élevées que la normale peut accélérer le processus de purge. Eliminez tout le polyéthylène de la machine avant l'arrêt et la mise hors fonction des éléments chauffants.
- Il est possible de réduire considérablement le temps de purge (et la quantité de polyéthylène nécessaire)

en employant un compound de purge adapté. Par exemple, l'additif Extru-Clean®[1)] donne de bons résultats avec les types de ZYTEL® PA6 et PA66. Suivez toujours les procédures recommandées par le fournisseur du compound.

Après le mélange de purge, utilisez du polyéthylène haute densité jusqu'à ce que la machine soit propre, puis videz le cylindre et la tête (chambre d'accumulation) avant de procéder à l'arrêt.

CRASTIN® PBT

Il est possible de purger le CRASTIN® avant l'arrêt de la machine en suivant la procédure recommandée pour le ZYTEL®. S'il est toutefois prévu de redémarrer la machine avec du CRASTIN® ou de l'HYTREL®, il est conseillé de suivre la procédure ci-après pour faciliter la mise en route et réduire le temps et la quantité de matériau nécessaires pour obtenir une paraison propre:

- Fermez la trémie d'alimentation et éliminez tout le CRASTIN® du cylindre et de la chambre d'accumulation.
- Introduisez de l'HYTREL® HTR4275 dans la machine jusqu'à ce qu'il ne reste plus aucune trace de CRASTIN® dans la filière. Maintenez les températures de mise en œuvre normales du CRASTIN®. Vous pouvez aussi utiliser des rebroyés ou des déchets de résine de soufflage HYTREL®.
- Facultatif: après avoir utilisé le grade de soufflage HYTREL®, effectuez une purge avec de l'HYTREL® 4056. Ce grade ayant un point de fusion peu élevé, il garantit que tous les résidus de matière dans la machine après l'arrêt fondent durant la mise en route, ce qui réduit le temps et la quantité de résine nécessaires.

HYTREL®

Si vous prévoyez de remettre en route la machine avec de l'HYTREL®, effectuez une purge avec un grade à faible point de fusion tel que l'HYTREL® 4056 (sans abaisser les températures au-dessous des valeurs de fonctionnement normales). Faites fonctionner la machine à vitesse élevée pour faciliter la purge et, après quelques minutes, videz le cylindre et mettez hors fonction les éléments chauffants. Les résidus d'HYTREL® à faible point de fusion présents dans la tête accélèrent la mise en route.

Lorsqu'une purge plus approfondie est nécessaire, par exemple si la machine doit être remise en route avec une autre résine, utilisez un polyéthylène haute densité (comme pour le ZYTEL®) afin d'éliminer l'HYTREL®.

4.9 Opérations secondaires

Plusieurs opérations secondaires sont possibles sur les pièces moulées par soufflage, par exemple:

Ebarbage

Il s'agit de l'opération secondaire la plus courante. Si les pièces sont ébarbées manuellement, elles doivent l'être lorsqu'elles sont encore chaudes afin de simplifier la procédure. L'ébarbage automatique au moyen de systèmes de coupe par cisaillement et de masques ou de dispositifs de maintien de la pièce convient aux matériaux rigides. Il est également possible d'ébarber des sections circulaires à l'aide de lames rotatives.

Soudage

Conçues pour offrir de bonnes performances de soudage, les résines de soufflage de DuPont ont été soumises à des essais sur des équipement disponibles dans le commerce. Pour obtenir les meilleurs résultats possibles, tenez compte des points suivants:

- Les pièces moulées doivent avoir une teneur en humidité minimale (en particulier les matériaux polyamides). Elles doivent être soudées quelques heures après le moulage ou conservées dans un four à air chaud (80 à 100° C) pendant plusieurs heures avant le soudage.
- Les éléments chauffants doivent être maintenus propres et comporter de préférence un revêtement en TEFLON® (uniquement pour des températures de 290° C au maximum). S'il est impossible de réaliser un revêtement en TEFLON®, le nettoyage automatique ou le grattage à la brosse métallique entre les soudures convient.
- Les températures des éléments chauffants et les pressions durant la phase de fusion peuvent être réglées pour produire une bonne perle de résine fondue, sans qu'elle s'éloigne de la zone de fusion. En principe, la température doit être de 40 à 70° C au-dessus du point de fusion nominal de la résine utilisée (reportez-vous au tableau 4).
- Réduisez au minimum le délai entre le retrait de l'élément chauffant et l'assemblage des deux pièces à souder.

Pour plus d'informations sur le soudage, adressez-vous au fabricant de la machine de soudage ou à votre représentant DuPont.

[1)] Extru-Clean® est disponible auprès de Annecat Plastics (P.O. Box 10841, Aston Manor, 1630 Afrique du Sud) et de représentants dans d'autres pays.

4.10 Conditions spéciales: injection-soufflage et procédé Pressblower® (Ossberger)

Ces procédés sont recommandés pour le moulage de soufflets CVJ en HYTREL®, mais ils conviennent aussi à la production en séries d'autres pièces de petites dimensions. Le procédé d'injection-soufflage n'est toutefois pas adapté au ZYTEL®.

Injection-soufflage – HYTREL®

Le tableau 5 fournit des conditions de service pour le moulage de soufflets CVJ en HYTREL® HTR8105 sur une machine de soufflage type multi-empreinte. Utilisez-le uniquement comme guide, car les températures et d'autres paramètres diffèrent selon la machine et le grade d'HYTREL® employés.

Des traitements de surface spéciaux sont également nécessaires pour le moule et le noyau (textures et revêtements de démoulage) avec l'HYTREL®.

Pour plus d'informations, adressez-vous au fabricant de la machine ou à votre représentant technique DuPont.

Tableau 5 – Conditions d'injection-soufflage

HYTREL® HTR8105 BK	
Paramètre de mise en œuvre	**Plage type**
Température du cylindre, °C	
Arrière	220-240
Centre	220-250
Avant	220-250
Buse	220-250
Température de fusion, °C	225-250
Température de maintien de la paraison, °C	95-170
Température du noyau, °C	150-190
Vis, tr/min	80-120
Cycle de moulage de la paraison, secondes	
Injection	0,5-4,0
Maintien	1-10
Pression d'air de soufflage, bars	5-15
Cycle de soufflage, secondes	
Soufflage	4-10
Evacuation	3-5
Durée de cycle totale, secondes (sur la base de 3 stations produisant 3 soufflets par cycle)	10-15

Procédé Pressblower® (Ossberger) – HYTREL®

Le tableau 6 ci-après fournit des conditions de service pour le moulage de soufflets CVJ en HYTREL® HTR8105 sur une machine Ossberger SBE 50 à vis de 50 mm. Les paramètres peuvent différer des valeurs indiquées, selon la conception de la pièce, la construction du moule et le grade d'HYTREL® utilisé.

Tableau 6 – Conditions d'injection-soufflage: Machine Ossberger SBE 50

HYTREL® HTR8105 BK	
Paramètre de mise en œuvre	**Plage type**
Température du cylindre, °C	
zone 1 (arrière)	205-215
zone 2	215-225
zone 3	225-235
zone 4 (avant)	225-235
Température de la tête/filière	
fond	225-235
milieu	225-235
filière	240-255
cône de la filière	240-255
Vis, tr/min	40-45
Vitesse d'extrusion de la paraison	25 mm/s (constante)
Vitesse d'étirage maximale de la paraison	100 mm/s
Orifice de la filière	100 % = 3,3 mm
Durée de cycle type	15-20 s
Calcul du diamètre de la broche/filière	
Mandrin de soufflage (faible diamètre interne)	«X» mm
Diamètre de la broche d'extrusion	«X» + 1 mm
Diamètre de la filière d'extrusion	«X» + 1 + (5,5 à 6,5) mm

5 Manipulation des résines de soufflage

5.1 Effets de l'humidité

La présence d'humidité durant la mise en œuvre a un impact sur toutes les résines polyamides et polyesters. Il convient donc de sécher les matériaux jusqu'à obtention d'une faible teneur en humidité avant le soufflage. Toutefois, les polyamides sont particulièrement sensibles à l'absorption d'humidité, ce qui peut influer sur la viscosité. Cet effet peut être considérable, sans pour autant se concrétiser par la formation de bulles ou autres défaut dans la paraison à l'état fondu.

Les figures 10 et 11 ci-dessous montrent l'absorption d'humidité de grades types de ZYTEL® PA66 et d'HYTREL® à température ambiante, avec 50% d'humidité relative. Une humidité ou une température plus élevée augmente la vitesse et le niveau maximal d'absorption d'humidité.

La figure 12 montre l'effet de l'humidité sur la viscosité des grades de polyamides, les valeurs indiquées étant caractéristiques de la plupart des types de ZYTEL® PA6 et PA66.

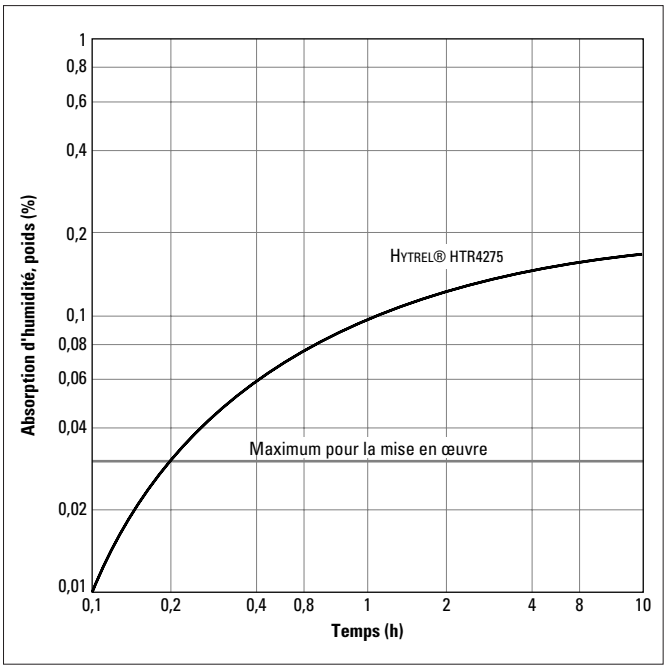


Fig. 11 **Absorption d'humidité, 50% HR à température ambiante**

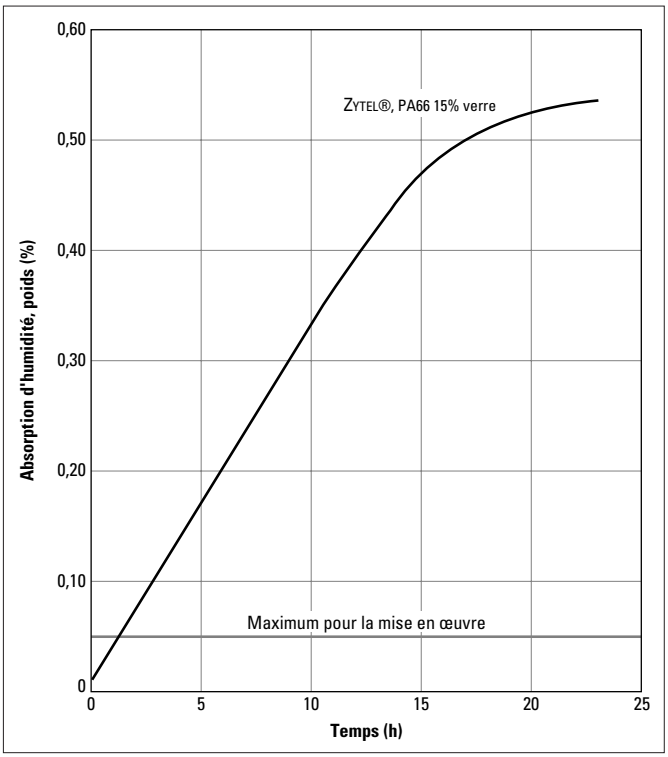


Fig. 10 **Absorption d'humidité, 50% HR à température ambiante**

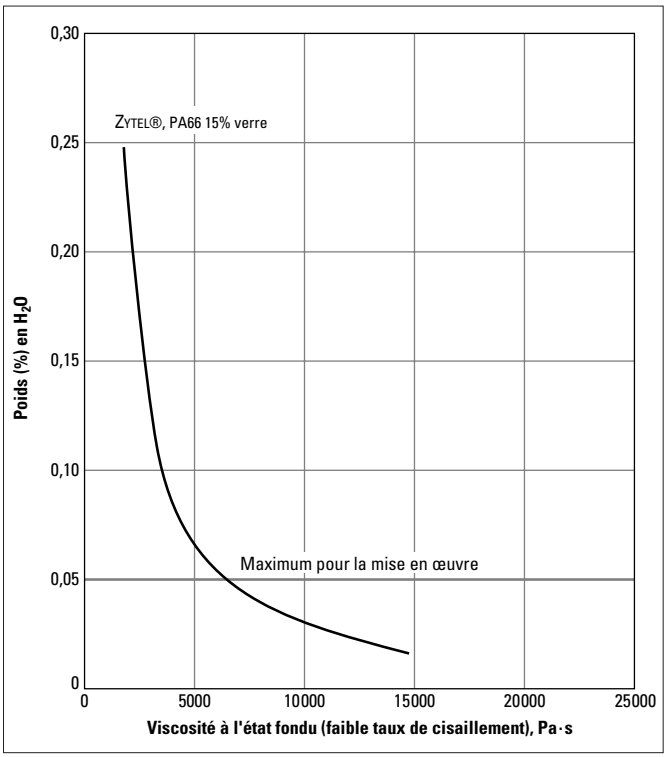


Fig. 12 **Viscosité à l'état fondu en fonction du poids (%) en H_2O**

Pour l'HYTREL® et le CRASTIN®, le changement de viscosité est mineur, mais il existe un effet dû principalement à la dégradation par hydrolyse des résines polyesters lorsque de l'humidité est présente durant la mise en œuvre.

Le tableau 4 indique la teneur en maximale en humidité recommandée pour les résines de soufflage de DuPont. En règle générale, elle ne doit pas être supérieure à 0,05% pour le ZYTEL® ou à 0,03% pour l'HYTREL® et le CRASTIN®. Comme le montrent les figures 10 et 11 ci-dessus, ces niveaux d'humidité peuvent être atteints très rapidement lorsque le matériau entièrement séché est exposé à des conditions atmosphériques types. Il est donc indispensable de transférer immédiatement le matériau dans la trémie

d'alimentation et de le protéger contre toute absorption d'humidité supplémentaire. Le meilleur moyen d'y parvenir est d'employer des sécheurs déshumidificateurs montés sur la trémie ou reliés à elle par un système de transfert étanche. Utilisez également un dispositif capable de mesurer avec précision la teneur en humidité des granules (jusqu'à un niveau inférieur à 0,01%) si vous utilisez régulièrement des résines techniques pour le soufflage.

Pour plus d'informations sur la mesure de la teneur en humidité, adressez-vous à votre représentant DuPont.

5.2 Séchage

Comme indiqué plus haut, les résines polyamides et polyesters doivent avoir une très faible teneur en humidité avant leur mise en œuvre. Pour cela, un sécheur déshumidificateur est indispensable, car la plupart des sécheurs à air chaud ne sont pas adaptés à de telles situations, à moins de fonctionner sous vide. (Les étuves à vide sont utilisables, mais leur capacité est généralement insuffisante pour assurer les rendement requis.)

Bien qu'il existe de nombreux sécheurs déshumidificateurs sur le marché, il est important de vérifier, à intervalles réguliers et chaque fois que les performances se dégradent, que le point de rosée est de –25°C ou moins. L'emploi d'un hygromètre à point de rosée est fortement recommandé pour les contrôles de routine.

Le tableau 4 donne des recommandations relatives au temps et à la température de séchage pour la plupart des résines de soufflage de DuPont. Les temps réellement nécessaires peuvent différer des valeurs indiquées, selon la teneur en humidité initiale.

Avant le moulage, calculez avec précision la capacité de la trémie sécheuse en fonction du temps de séjour requis. Pour cela, utilisez la cadence de production (kg/heure) et une valeur de masse volumique en vrac[1)] de 0,6 kg/litre pour le ZYTEL® et de 0,7 kg/litre pour l'HYTREL® et le CRASTIN®. Exemple:

Cadence de production: 90 pièces/heure × 300 g chacune [2)]	= 27 kg/heure
Temps de séchage requis (Tableau 4, ZYTEL® PA6)	= 6 heures
Capacité requise pour la trémie sécheuse	= 162 kg ZYTEL® = 162 × 0,6 = 97 litres

La capacité de la trémie sécheuse doit donc être de 100 litres au minimum.

[1)] La masse volumique en vrac des rebroyés est très inférieure à celle de la résine vierge.
[2)] En partant du principe que tous les déchets sont immédiatement recyclés. Si tel n'est pas le cas, ajoutez le poids des déchets non recyclés.

5.3 Rebroyés

La manipulation des matériaux rebroyés est étroitement liée aux effets de l'humidité. Aussi tous les rebroyés doivent-ils être rapidement recyclés après le moulage (par exemple dans un système en boucle fermée qui recycle automatiquement les ébarbures et les bavures dans la trémie de la machine) ou soigneusement séchés avant usage, s'ils ont absorbé de l'humidité sur une période prolongée.

Le tableau 4 donne des recommandations en matière de temps et de températures de séchage pour les résines techniques de DuPont. Il peut être cependant nécessaire de sécher les rebroyés beaucoup plus longtemps, selon leur teneur en humidité.

La quantité maximale de rebroyés (% en poids) pouvant être ajoutée à la résine vierge dans le procédé de soufflage dépend du grade de la résine. Comme il se produit toujours une dégradation thermique durant le moulage, l'emploi d'une quantité excessive de rebroyés peut entraîner la perte de certaines propriétés mécaniques, selon la **qualité** des rebroyés (en termes de dégradation thermique). Les caractéristiques d'alimentation de la vis sont une autre limitation de la quantité utilisable: des rebroyés mal découpés (de taille et de forme irrégulières) peuvent poser des problèmes d'alimentation, à mois d'être mélangés à une proportion élevée de résine vierge.

En règle générale, les proportions maximales de rebroyés conseillées pour les polymères techniques de DuPont sont les suivantes:

ZYTEL® PA6 et PA66, y compris les grades renforcés verre:	60 %
CRASTIN® et HYTREL®, pour conduits d'air et applications similaires:	60 %
HYTREL® pour soufflets CVJ:	30 %

Avec certains grades, il est probable que le comportement des rebroyés pendant la mise en œuvre soit différent de celui de la résine vierge en termes de viscosité (résistance à l'état fondu) et de gonflement de la filière. Pour cette raison, il est important que la proportion de rebroyés soit maintenue à un pourcentage constant durant la production des pièces. Si des proportions plus faibles ou plus élevées sont nécessaires, vous devrez peut-être adapter les paramètres de la machine en conséquence.

5.4 Stockage des résines en vrac

Pour la fabrication en grandes séries sur plusieurs machines fonctionnant en continu, il peut être économique d'envisager la livraison et le stockage des résines en vrac. Selon le grade et la logistique mise en œuvre, plusieurs types de conditionnements sont possibles:

- caisses de 500 kg;
- conteneurs de 800 ou 1000 kg;
- conteneurs spéciaux (18 à 20 tonnes).

La résine fournie sous ces formes est conforme aux spécifications de vente de DuPont en matière de teneur en humidité, et elle est protégée contre l'humidité par un matériau d'emballage étanche pendant le transport. Durant la manipulation des caisses et des conteneurs octogonaux à proximité de la machine de moulage, assurez-vous que la résine n'absorbe pas une humidité excessive après l'ouverture de l'emballage et avant son transfert dans la trémie sécheuse.

Par exemple, il est conseillé de ne pratiquer qu'un petit trou dans le revêtement plastique pour y insérer un tuyau d'aspiration afin de transférer les granules dans la trémie sécheuse. L'orifice doit être fermé hermétiquement lorsque la résine n'est pas utilisée.

Pour transférer les conteneurs dans les silos de stockage, utilisez un système pneumatique à air chaud pour éviter l'absorption inutile d'humidité. Dans le silo, l'espace environnant doit être chargé en air provenant d'un système déshumidificateur. Les granules doivent être transférés dans la machine par un système fermé passant par un sécheur de dimensions adaptées (soit un sécheur pour chaque machine, soit une unité plus grande alimentant un système de distribution connecté à chaque machine).

Dans certains cas, en particulier avec les polyamides, il est préférable de combiner un sécheur de résine en vrac (de type à air chaud éventuellement) et des sécheurs déshumidificateurs individuels.

6 Guide de conception du moule

6.1 Généralités

La conception des moules pour les résines de soufflage est fondamentalement similaire à celle des moules destinés aux autres résines comme le polyéthylène. Les principaux aspects à prendre en compte sont les suivants: pincement, matériau de construction, rapport d'étirage, tolérances de retrait et refroidissement

6.2 Matériaux de construction

Comme pour la plupart des résines de soufflage, il est possible de réaliser les moules en utilisant un ou plusieurs des matériaux suivants:

- **acier** (usiné ou coulé);
- **aluminium** (usiné ou coulé);
- **cupro-béryllium** (usiné ou coulé);
- **kirksite** (alliage métallique à faible point de fusion, en principe pour les prototypes uniquement);
- **résines époxydes** chargées (prototypes ou production en petites séries);
- **polyuréthane coulé** (en principe pour les prototypes uniquement).

Le choix approprié dépend principalement de facteurs économiques, de la durée de vie prévue et de la cadence de production. Il convient de prendre en compte les points suivants:

- Pour les grades renforcés verre, le pincement (au moins) doit être usiné en acier pour éviter une usure imputable à la nature abrasive des fibres de verre.
- L'acier étant plus robuste, il peut supporter la production à long terme, surtout si l'on tient compte du nettoyage des surfaces du moule et du retrait des pièces déformées (les résines techniques sont généralement plus dures que le polyéthylène, par exemple).
- En raison de la nature semi-cristalline et du point de fusion élevé des résines techniques, le transfert thermique est un aspect important. C'est pourquoi les moules et les inserts en aluminium et en cupro-béryllium peuvent être plus avantageux (en particulier pour les cycles courts comme ceux du soufflage par injection de soufflets CVJ en HYTREL®).

6.3 Rapport d'étirage

Il s'agit du rapport entre la surface initiale de la paraison et la surface totale expansée de la pièce moulée.

Lors de la conception du moule, il convient d'éviter les angles vifs et les autres zones entraînant un rapport d'étirage supérieur à 4:1 (3:1 pour les résines renforcées verre). Si ce rapport est trop élevé, il peut diminuer les performances des pièces en raison de l'amincissement des sections de paroi et de la déchirure de la paraison durant le formage. Lorsque cela est possible, il doit être réduit au minimum à proximité du plan de joint et du pincement.

6.4 Tolérances de retrait au moulage et dimensions des pièces

Le retrait est plus important dans le soufflage que dans le moulage par injection. Il existe en particulier une différence notable entre le sens de l'écoulement et le sens perpendiculaire avec les résines renforcées verre.

Le tableau 4 indique le retrait au moulage type des résines techniques de DuPont. Le retrait exact d'un grade particulier dépend des facteurs suivants:

1. Epaisseur de paroi	(importante = retrait plus élevé).
2. Température de fusion	(élevée = retrait moindre).
3. Température du moule	(élevée = retrait plus élevé).
4. Conditions de mise en œuvre	(par exemple, vitesse d'injection et impact de l'orientation et de la filière).

Parmi tous ces facteurs, le plus important est l'épaisseur de paroi. Il en résulte que les variations d'épaisseur dans la pièce peuvent entraîner un gauchissement du moulage fini. Il est donc essentiel de contrôler l'épaisseur durant la mise en œuvre. Il se produit aussi un retrait après moulage supplémentaire qui est généralement minime. Par ailleurs, les polyamides se caractérisent par un léger retrait «négatif» dû à l'absorption d'humidité dans la pièce moulée.

6.5 Conception du pincement

Toutes les résines techniques de DuPont sont conçues pour assurer un bon comportement des soudures de pincement. Toutefois, une conception appropriée du pincement est importante pour obtenir une résistance maximale dans la partie du moulage soumise au pincement (certains moulages, par exemple ceux réalisés selon le procédé en trois dimensions, ne comportent pas de pincement dans la pièce finie).

La conception la plus appropriée aux résines techniques est généralement de type «à deux zones», qui simplifie le développement de la pression de pincement requise et force la résine à revenir dans la zone de soudure. Ceci évite la formation d'entailles en V susceptibles d'affaiblir la pièce.

Une conception de ce type est représentée en figure 13 ci-dessous. D'autres conceptions, notamment la configuration «à une zone», ont été utilisées avec succès avec les résines de DuPont et conviennent parfaitement lorsqu'une résistance maximale dans la zone de pincement n'est pas essentielle.

L	=	0,5 à 1 × l'épaisseur de paroi de la paraison
DPD	=	2 à 4 × l'épaisseur de paroi de la paraison
DL	=	1 à 2 × l'épaisseur de paroi de la paraison
FW	=	suffisamment important pour contenir une «bavure» maximale de la paraison après le pincement
D	=	0 à 0,5 mm. Dépend de la facilité d'ébavurage requise
DD	=	D + 0,5 × l'épaisseur de paroi de la paraison
FD	=	1,5 à 2 × l'épaisseur de paroi de la paraison

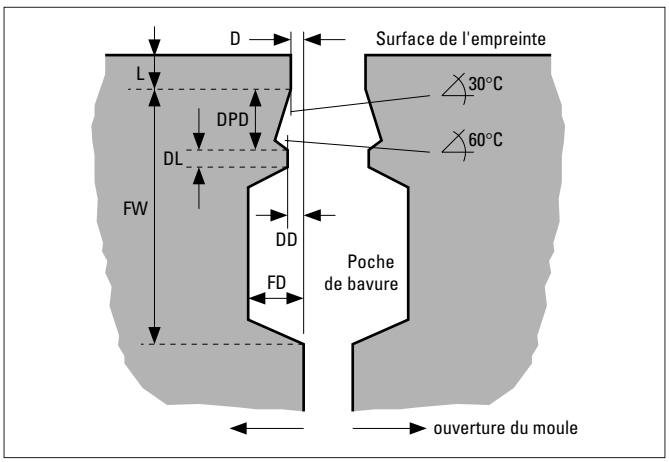


Fig. 13 **Conception de pincement à «deux zones»**

6.6 Autres considérations relatives au moule

Cette brochure n'a pas pour objet de fournir des recommandations exhaustives en matière de conception du moule, celles-ci étant disponibles auprès des fabricants de moules de soufflage qui disposent de nombreuses années d'expérience dans ce domaine. Les points suivants sont toutefois particulièrement importants pour optimiser le soufflage des polymères techniques:

- Le refroidissement du moule doit être conçu avec soin, car les polymères techniques se caractérisent par une puissance calorifique élevée due à leur nature semi-cristalline. Il doit assurer une température du moule uniforme sur toute la surface durant la mise en œuvre, des vitesses de refroidissement inégales pouvant entraîner un gauchissement de la pièce.
- Des évents sont nécessaires pour l'empreinte afin d'éviter une reproduction de surface médiocre ou des défauts de surface dans la pièce moulée. Dans certains cas, il est possible d'assurer un dégazage suffisant au moyen d'une surface non polie (sablée ou texturée), mais lorsque l'empreinte est importante ou profonde, il est nécessaire de mettre en place des «bouchons» spéciaux (en métal fritté) ou des évents en fente. Le dégazage au niveau du plan de joint peut être assuré par un angle de dépouille faible menant à un canal de dégazage adjacent.
- L'état de surface du moule peut influer sur le dégazage de l'empreinte (voir ci-dessus), mais pour certaines résines telles que l'HYTREL® il peut faciliter l'éjection des pièces. Dans ce cas, une surface sablée est préférable à une surface polie. Une surface très texturée peut également s'employer pour masquer les défauts qui seraient visibles sur une surface plus lisse (ces défauts sont souvent dus à un refroidissement inégal ou aux effets du retrait durant le refroidissement de la pièce).
- Angles de dépouille, contre-dépouilles, etc.: en raison du retrait élevé des résines techniques, il est important d'éviter les conceptions où ce retrait pourrait bloquer la pièce dans l'empreinte après le refroidissement et rendre l'éjection difficile. Il s'agit d'un problème potentiel pour les résines rigides (par exemple le ZYTEL® renforcé verre) et les résines aux propriétés caoutchouteuses comme l'HYTREL®.

Pour plus d'informations sur la conception de moules ou de pièces, veuillez contacter votre représentant technique DuPont.

7 Guide de dépannage

Le tableau suivant répertorie les problèmes des plus courants susceptibles de survenir durant le soufflage des résines techniques de DuPont. Les causes «les plus probables» ou les plus simples sont indiquées en premier. Bien qu'évidentes, elles sont souvent ignorées ou ne font pas l'objet d'une contrôle suffisant.

DÉFAUT	CAUSE	SOLUTION
Bulles dans la matière fondue	Humidité.	Sécher la résine.
	Conception inadaptée de la vis (poches d'air).	Utiliser une vis appropriée.
Faible résistance à l'état fondu	Humidité.	Sécher la résine.
	Température de fusion trop élevée.	Vérifier avec un pyromètre à aiguille et régler à la valeur recommandée. Si la température est largement supérieure à la valeur nominale, voir ci-dessous.
Température de fusion trop élevée (considérablement supérieure à la valeur nominale)	Défaillance des thermorégulateurs ou des thermocouples.	Réparer/calibrer les thermorégulateurs et les thermocouples.
	Conception inadaptée de la vis.	Utiliser une vis appropriée.
Particules non fondues ou aspect «froid» de la paraison	Températures trop basses.	Elever les températures (voir les valeurs recommandées pour les résines).
	Temps de pénétration de la chaleur insuffisant avant la mise en route.	Augmenter le temps de pénétration de la chaleur.
	Défaillance des éléments chauffants, des thermocouples ou des thermorégulateurs.	Réparer/calibrer selon les besoins.
	Puissance des éléments chauffants inadaptée aux résines techniques (en particulier dans les zones situées entre le cylindre et la tête, ou bien dans les zones de la tête/filière).	Utiliser des éléments chauffants plus grands ou assurer une isolation thermique.
	Refroidissement interne ou externe de la tête/filière par un courant d'air ou une fuite.	Eliminer la source de refroidissement.
Rugosité de surface (interne) de la paraison (extérieur éventuellement sans défaut)	Broche-noyau trop froide.	Envisager l'emploi d'un élément chauffant pour le noyau. Vérifier que l'écoulement d'air par le noyau/la broche n'est pas trop important.
	Fragilité du flux.	Elever la température de la filière (uniquement). Réduire la vitesse/pression d'injection. Vérifier la conception et la vis (angles internes trop importants, par exemple).
Rugosité de surface (externe) de la paraison (intérieur éventuellement sans défaut)	Filière trop froide	Elever la température de la filière, vérifier que la température nominale est maintenue.
	Fragilité du flux.	Voir ci-dessus la solution prévue pour la surface interne.

DÉFAUT	CAUSE	SOLUTION
Soudure de pincement médiocre	Contamination par le matériau précédent ou le matériau de purge.	Augmenter le temps de purge avant la mise en route. Si nécessaire, élever temporairement la température de la tête/filière pour accélérer la purge.
	Température de surface/de fusion trop basse.	Elever les températures, en commençant par celle de la tête. Voir plus loin «Paraison trop longtemps em suspension».
	Paraison trop longtemps en suspension avant la fermeture du moule.	Augmenter la vitesse d'injection. Réduire le temps de fermeture du moule.
	Zone pincement du moule inadaptée.	Revoir la conception du pincement.
Débit irrégulier de la vis	Pontage des granules au-dessous de la trémie d'alimentation.	Vérifier le refroidissement de l'eau à destination de la goulotte d'alimentation.
	Problème d'alimentation dans la zone 1 de la vis	Vérifier que la température nominale et la température effective sont correctes. Elever considérablement la température de la zone 1 (par exemple de 20 à 30°C). Vérifier la conception de la vis.
	Utilisation excessive de rebroyés.	Réduire la proportion de rebroyés.
	Ralentissement du flux ou présence de particules non fondues après la vis/le cylindre.	Vérifier les températures et les pressions. Si nécessaire, élever les températures.
La paraison roule sur la tête de la filière (n'est pas suspendue)	Température de la filière trop basse.	Vérifier l'élément chauffant de la filière. Elever la température de la filière.
	Géométrie incorrecte de la vis.	Améliorer la conception de la vis.

Pour tout renseignement concernant les polymères techniques, veuillez contacter:

Belgique/België
Du Pont de Nemours (Belgium)
Antoon Spinoystraat 6
B-2800 Mechelen
Tel. (15) 44 14 11
Telex 22 554
Telefax (15) 44 14 09

Bulgaria
Voir Interowa sous Österreich.

Česká Republika a Slovenská Republika
Du Pont CZ, s.r.o.
Pekarska 14/268
CZ-155 00 Praha 5 – Jinonice
Tel. (2) 57 41 41 11
Telefax (2) 57 41 41 50-51

Danmark
Du Pont Danmark A/S
Roskildevej 163
Post Boks 139
DK-2620 Albertslund
Tel. 43 62 36 00
Telefax 43 62 36 17

Deutschland
Du Pont de Nemours
(Deutschland) GmbH
DuPont Straße 1
D-61343 Bad Homburg
Tel. (06172) 87 0
Telex 410 676 DPD D
Telefax (06172) 87 27 01

Egypt
Medgenco International Trade Co.
13, El Bostan Street
ET-Cairo
Tel. (02) 392 78 66
Telex 93 742 MK UN
Telefax (02) 392 84 87

España
Du Pont Ibérica S.A.
Edificio L'Illa
Avda. Diagonal 561
E-08029 Barcelona
Tel. (3) 227 60 00
Telefax (3) 227 62 00

France
Du Pont de Nemours (France) S.A.
137, rue de l'Université
F-75334 Paris Cedex 07
Tel. 01 45 50 65 50
Telex 206 772 dupon
Telefax 01 47 53 09 67

Hellas
Ravago Plastics Hellas ABEE
8, Zakythou Str.
GR-15232 Halandri
Tel. (01) 681 93 60
Telefax (01) 681 06 36

Israël
Gadot
Chemical Terminals (1985) Ltd.
22, Shalom Aleichem Street
IL-633 43 Tel Aviv
Tel. (3) 528 62 62
Telex 33 744 GADOT IL
Telefax (3) 528 21 17

Italia
Du Pont de Nemours Italiana S.p.A.
Via Aosta 8
I-20063 Cernusco sul Naviglio (Mi)
Tel. (02) 25 30 21
Telefax (02) 92 107 845

Magyarország
Voir Interowa sous Österreich.

Maroc
Deborel Maroc S.A.
40, boulevard d'Anfa - 10º
MA-Casablanca
Tel. (2) 27 48 75
Telefax (2) 26 54 34

Norge
Distrupol Nordic
Niels Leuchsvei 99
N-1343 Eiksmarka
Tel. 67 16 69 10
Telefax 67 14 02 20

Österreich
Interowa
Fürer-Haimendorf GmbH
Bräuhausgasse 3-5
A-1050 Wien
Tel. (01) 512 35 71
Telex 112 993 IROWA A
Telefax (01) 512 35 71 12/
512 35 71 31

Polska
Du Pont Poland Sp. z o.o.
ul. Prosta 69
PL-00-838 Warszawa
Tel. (022) 691 09 01
Telefax (022) 691 09 10

Portugal
ACENYL
Rua do Campo Alegre, 672 - 1º
P-4100 Porto
Tel. (2) 69 24 25/69 26 64
Telex 23 136 MACOL
Telefax (2) 600 02 07

Romania
Voir Interowa sous Österreich.

Russia
E.I. du Pont de Nemours & Co. Inc.
Representative Office
B. Palashevsky Pereulok 13/2
SU-103 104 Moskva
Tel. (095) 797 22 00
Telex 413 778 DUMOS SU
Telefax (095) 797 22 01

Schweiz/Suisse/Svizzera
Dolder AG
Immengasse 9
Postfach 14695
CH-4004 Basel
Tel. (061) 326 66 00
Telex 962 306 DOL CH
Telefax (061) 326 62 04

Slovenija
Voir Interowa sous Österreich.

Suomi/Finland
Du Pont Suomi Oy
Piispankalliontie 17
PO Box 199
FIN-02201 Espoo
Tel. (9) 72 56 61 00
Telefax (9) 72 56 61 66

Sverige
DuPont Sverige AB
Box 23
S-164 93 Kista (Stockholm)
Tel. (8) 750 40 20
Telefax (8) 750 97 97

Türkiye
Du Pont Products S.A.
Turkish Branch Office
Sakir Kesebir cad. Plaza 4
No 36/7, Balmumcu
TR-80700 Istanbul
Tel. (212) 275 33 82
Telex 26541 DPIS TR
Telefax (212) 211 66 38

Ukraine
Du Pont de Nemours
International S.A.
Representative Office
3, Glazunova Street
Kyiv 252042
Tel. (044) 294 96 33/269 13 02
Telefax (044) 269 11 81

United Kingdom
Du Pont (U.K.) Limited
Maylands Avenue
GB-Hemel Hempstead
Herts. HP2 7DP
Tel. (01442) 34 65 00
Telefax (01442) 24 94 63

Argentina
Du Pont Argentina S.A.
Avda. Mitre y Calle 5
(1884) Berazategui-Bs.As.
Tel. (541) 319-44 84/85/86
Telefax (541) 319-44 17

Brasil
Du Pont do Brasil S.A.
Al. Itapecuru, 506 Alphaville
06454-080 Barueri-São Paulo
Tel. (5511) 421-84 68/85 56

Asia Pacific
Du Pont Kabushiki Kaisha
Arco Tower, 14th Fl.
8-1, Shimomeguro 1-chome
Meguro-ku, Tokyo 153
Tel. (03) 54 24 61 00

South Africa
Plastamid (Pty) Ltd.
43 Coleman Street
P.O. Box 59
Elsies River 7480
Cape Town
Tel. (21) 592 12 00
Telefax (21) 592 14 09

USA
DuPont Engineering Polymers
Barley Mill Plaza, Building #22
P.O. Box 80022
Wilmington, Delaware 19880
Tel. (302) 892 05 41
Telefax (302) 892 07 37

Pour les pays autres que ceux mentionnés ci-dessus, veuillez contacter:

Du Pont de Nemours International S.A.
2, chemin du Pavillon
CH-1218 Le Grand-Saconnex,
Genève
Tél. (022) 717 51 11
Télex 415 777 DUP CH
Télécopie (022) 717 52 00

Adresse Internet:
http://www.dupont.com/enggpolymers/europe

Les informations fournies ont été établies sur la base des connaissances techniques en notre possession. Ces informations sont susceptibles d'être modifiées en tout temps au gré de nos nouvelles connaissances et de nos expériences. Ces informations correspondent aux propriétés typiques du matériau et ne concernent que ce matériau. Sauf indication contraire, les informations fournies peuvent ne pas correspondre aux propriétés typiques du matériau lorsque celui-ci est utilisé avec d'autres matériaux, des additifs ou dans certains procédés. Ces informations ne doivent pas servir à établir des limites de spécification et ne doivent pas être utilisées telles quelles pour servir de base de design. Ces informations ne doivent pas non plus se substituer aux tests éventuellement nécessaires à déterminer si le matériau en question est adapté à l'usage auquel vous le destinez. En l'absence de connaissances particulières de vos conditions d'utilisation du matériau, DuPont n'assume aucune obligation de résultat de même qu'aucune responsabilité en relation avec l'utilisation des informations fournies. Les informations contenues dans cette brochure ne sauraient être interprétées comme une licence sous quelque brevet que ce soit ou comme une invitation à enfreindre des droits découlant de la propriété intellectuelle.

Attention: ne doit pas être utilisé comme implant humain permanent. Pour d'autres applications médicales, veuillez consulter l'avertissement de DuPont se référant aux applications médicales «DuPont Medical Caution Statement, H-50102-1».

Innovez avec
les polymères techniques
de DuPont

12.99 Imprimé en Suisse
L-11866-1 ® Marque déposée de DuPont de Nemours

DuPont polymères techniques